

BEST AVAILABLE COPY

PCT/JP 2004/004261

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

Rec'd PCT/PTO 28 SEP 2005  
26. 3. 2004

10/551796

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 3月28日  
Date of Application:

出願番号 特願2003-089592  
Application Number:  
[ST. 10/C]: [JP 2003-089592]

出願人 シチズン時計株式会社  
Applicant(s):

REC'D 21 MAY 2004

WIPO

PCT

REC'D. 21 MAY 2004

WIPO

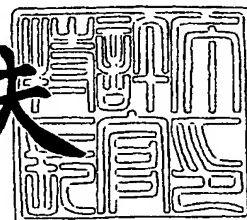
PCT

PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 4月28日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2004-3036726

【書類名】 特許願

【整理番号】 P-26454

【提出日】 平成15年 3月28日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 G01B 11/00

【発明者】

【住所又は居所】 東京都西東京市田無町六丁目 1 番 1 2 号 シチズン時計株式会社内

【氏名】 松本 健志

【発明者】

【住所又は居所】 東京都西東京市田無町六丁目 1 番 1 2 号 シチズン時計株式会社内

【氏名】 福田 匡広

【発明者】

【住所又は居所】 東京都西東京市田無町六丁目 1 番 1 2 号 シチズン時計株式会社内

【氏名】 矢野 敬和

【特許出願人】

【識別番号】 000001960

【氏名又は名称】 シチズン時計株式会社

【代表者】 梅原 誠

【電話番号】 0424-68-4748

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 003517

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】

要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 旋光度測定装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光源と、該光源からの光束を変調する旋光素子と、試料を透過した光束の特定の偏光成分を取り出す偏光子と、該偏光子を透過した光束の光強度を電気信号に変換する光電変換素子とを備え、前記旋光素子が 2 つの液晶素子と 4 分の 1 波長板を有し、前記液晶素子の液晶配向方向が互いに直交するように配置されている旋光度測定装置。

【請求項 2】 光源と、該光源からの光束を変調する位相変調素子と、試料の前後に配置した 4 分の 1 波長板と、前記 4 分の 1 波長板と前記試料を透過した光束の特定の偏光成分を取り出す偏光子と、該偏光子を透過した光束の光強度を電気信号に変換する光電変換素子とを備え、前記位相変調素子が 2 つの液晶素子を有し、前記液晶素子の液晶配向方向が互いに直交するように配置されている旋光度測定装置。

【請求項 3】 光源と、該光源からの光束を変調する旋光素子と、試料を透過した光束の特定の偏光成分を取り出す偏光子と、該偏光子を透過した光束の光強度を電気信号に変換する光電変換素子とを備え、前記旋光素子が液晶素子と 4 分の 1 波長板を有し、前記液晶素子の液晶配向方向が互いに直交する複数の画素から構成される旋光度測定装置。

【請求項 4】 光源と、該光源からの光束を変調する位相変調素子と、試料の前後に配置した 4 分の 1 波長板と、該 4 分の 1 波長板と前記試料を透過した光束の特定の偏光成分を取り出す偏光子と、該偏光子を透過した光束の光強度を電気信号に変換する光電変換素子とを備え、前記位相変調素子が液晶配向方向が互いに直交する複数の画素から構成される液晶素子を有する旋光度測定装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、試料中の旋光性物質、例えば糖類、アミノ酸、蛋白質、ビタミン等の濃度を非接触で測定する旋光度測定装置に関するものであり、被検試料として

生体を含む散乱体、及び、尿、汗等の生体由来物質を高精度に測定する旋光度測定装置に関するものである。

## 【0002】

### 【従来の技術】

従来、試料による偏光面の回転角度、すなわち旋光角は、直線偏光を試料に入射させ、試料を透過した光束を検光子へ入射させ、フォトダイオードにより光電変換し、得られた信号から求めている。偏光子の透過軸に対する検光子の透過軸の傾きを  $\theta$  とし、試料による旋光角を  $\alpha$  とすると、フォトダイオードで受光する光強度  $I$  は、 $I = T \times I_0 \cos(\theta - \alpha)^2$  (式1) となる。ここで、 $T$  は試料、偏光子及び検光子の反射や吸収による減衰全てを考慮した透過率、 $I_0$  は入射光の強度を表す。式1より分かる様に、検光子の回転に伴い、回転角度  $\pi$  (rad) 毎に極小点が得られる。この極小点における検光子の角度より旋光角を求める事ができる。高精度・高感度化のために、偏光面振動方式が一般的に用いられており、以下、図7を用いて説明する。光源121から出射した単色光は、偏光子駆動回路129により周波数  $f$ 、角振幅  $\theta$  で振動している偏光子122に入射し、偏光面が回転振動する直線偏光になる。この光束を試料125に入射させ、検光子123を透過させると周波数  $f$  の信号がフォトダイオード124より得られる。このとき試料125の旋光度により、偏光面が  $\alpha$  だけ回転しているとすると、偏光子122と検光子123を直交配置しておけば、試料125が右旋光か左旋光かにより位相の反転した信号が得られる。フォトダイオード124より得られる信号を増幅回路126で増幅し、整流/濾波回路127で同期・整流し、位相を求め、その位相に応じて、検光子駆動回路128を介して検光子123を正逆いずれかに回転させ、透過光量が最小となるように光学的零位法により検光子角度を決定する。平衡点における検光子角度が試料の旋光角に対応する。また、フォトダイオード124の信号を変調周波数  $f$  で位相検波し、周波数  $f$  の信号成分を取り出し、この信号強度を最小にするように検光子角度を調整しても同様の結果が得られる。

## 【0003】

偏光面を振動・回転させる方法として、機械的に偏光子を回転させる方法の他、ファラデー効果を利用するファラデーローテータを用いる方法も行われており

、例えば、磁場を印加しファラデー効果を利用した旋光度測定方法が、公開されている（例えば、特許文献1参照。）。

#### 【0004】

また、旋光度を求める同様の手法において、前述のファラデー素子に代表される変調素子として、液晶素子を使う手法も開示されており、低消費電駆動、小型化等の利点を持っている（例えば、特許文献2参照。）。

#### 【0005】

##### 【特許文献1】

特開平9-145605号公報（図7）

##### 【特許文献2】

特開2002-277387号公報（図7）

#### 【0006】

##### 【発明が解決しようとする課題】

前述したように、測定に必要な旋光素子を実現するためには、偏光子を機械的に回転させたり、ファラデーローテータに代表されるように、ファラデー効果を利用した旋光変調を行う必要があり、装置の大型化、高価格化を招いている。

#### 【0007】

また、液晶素子を用いれば、小型化、低消費電駆動が可能であるが、温度、気圧等、外部環境による変動が大きく、測定結果の安定性を高めるためには、温度コントロール等の付加的な装置が必要となり、やはり、装置の大型化、高価格化を招いている。

#### 【0008】

##### 【課題を解決するための手段】

前述した課題を解決するために、本発明の旋光度測定装置は、光源と、光源からの光束を変調する旋光素子と、試料を透過した光束の特定の偏光成分を取り出す偏光子と、偏光子を透過した光束の光強度を電気信号に変換する光電変換素子を備え、旋光素子が2つの液晶素子と4分の1波長板からなり、液晶素子の液晶配向方向が互いに直交するように配置されていることを特徴とする。

#### 【0009】

また、本発明の旋光度測定装置は、光源と、光源からの光束を変調する位相変調素子と、試料の前後に配置した4分の1波長板と、4分の1波長板と試料を透過した光束の特定の偏光成分を取り出す偏光子と、偏光子を透過した光束の光強度を電気信号に変換する光電変換素子を備え、位相変調素子が2つの液晶素子からなり、液晶素子の液晶配向方向が互いに直交するように配置されていることを特徴とする。

#### 【0010】

また、本発明の旋光度測定装置は、光源と、光源からの光束を変調する旋光素子と、試料を透過した光束の特定の偏光成分を取り出す偏光子と、偏光子を透過した光束の光強度を電気信号に変換する光電変換素子を備え、旋光素子が液晶素子と4分の1波長板からなり、液晶素子の液晶配向方向が互いに直交する複数の画素から構成されることを特徴とする。

#### 【0011】

また、本発明の旋光度測定装置は、光源と、光源からの光束を変調する位相変調素子と、試料の前後に配置した4分の1波長板と、4分の1波長板と試料を透過した光束の特定の偏光成分を取り出す偏光子と、偏光子を透過した光束の光強度を電気信号に変換する光電変換素子を備え、位相変調素子として、液晶配向方向が互いに直交する複数の画素から構成される液晶素子からなることを特徴とする。

#### 【0012】

(作用)

一般に液晶素子の変調特性は図6のようになっており、液晶分子の立ち上がりの部位は動作が不安定であると同時に、駆動電圧とリニアな関係にない。そこで、オフセット電圧 $V_o$ を中心に駆動するのが望ましいが、所望の位相変調量が $V_b$ としても、 $V_o$ が余計なオフセット量として位相変調量に重畳されてしまう。このとき、変調を行う液晶素子を2つの液晶素子から構成し、互いの液晶配向方向を直交させておき、一方の液晶素子は、直流電圧 $V_o$ で変調すれば、オフセット量 $V_o$ の位相変調量をキャンセルすることができ、所望の $V_b$ の位相変調量のみが得られる。

## 【0013】

このとき、温度変化等の外界の環境の変化により、液晶素子の変調特性が変化した場合、2つの液晶素子を同一の仕様で作成しておけば、同一の特性変化を示し、互いに直交していることから、変化分を互いにキャンセルする方向に働かせることができる。例えば、一方の液晶素子が同一電圧で位相変調量が $\Delta P$ だけ増えたとすると、他方の液晶素子の位相変調量も $\Delta P$ だけ増え、直交する成分でそれぞれ $\Delta P$ の位相変調量が加わることになり、偏光状態の変化は無く、測定結果への影響はキャンセルできる。

## 【0014】

また、液晶素子の変調特性のリニアな部分を使用する場合、1個の液晶素子を用いた場合、所望の $V_b$ の位相変調量を与えるのに、 $V_o$ のオフセット量が同時に印加され、必要の無い偏光状態の変調が印加されることにより、安定性の低下を招いている。また、液晶素子出射後の光学素子の配置や光軸方向は液晶素子出射後の光束の偏光状態により決まるため、液晶素子出射後の光束の偏光状態をあらかじめ決める必要がある。このとき、 $V_o$ による余計な変調量により、液晶素子出射直後の偏光状態の決定が困難になり、所望の偏光状態を得るためには、液晶素子の設計が困難になると同時に、製作に高い精度が要求される。例えば、光電変換素子の前面に置かれる偏光子は出射直線偏光に直交されていることが望ましい。

## 【0015】

このように、液晶素子の変動の影響をキャンセルすることにより、測定データの安定化が図れ、測定精度の向上が期待できる。また、光学系の設計及び、液晶素子の設計が容易になり、製作精度の緩和が図れる。

## 【0016】

## 【発明の実施の形態】

以下、本発明に関して、好適な実施形態を挙げ、図を用いて説明する。

## 【0017】

## (第1の実施形態)

図1は、第1の実施形態の構成図を示している。光源11から出射した光束は、偏光子12Aにより、直線偏光になる。次に、旋光素子13に入射し、偏光面



が僅かに回転する。旋光素子 13 は液晶素子 14A、14B と 4 分の 1 波長板 15 より構成されており、液晶駆動装置 19 により駆動されている。旋光素子 13 により僅かに旋光した透過光は、試料 16 に入射し、偏光子 12B を透過し、光電変換素子として機能するフォトダイオード 17 で光強度に応じた電気信号、すなわち試料信号に変換される。

#### 【0018】

ここで、旋光素子 13 の構成要素として用いた液晶素子 14A、14B は、液晶分子長軸が全て平行に並んだホモジニアス型の液晶素子であり、上下の電極間に電圧を印加していない場合は、ガラス基板と平行に液晶分子がなっている。液晶分子には屈折率異方性があり、液晶分子長軸及び短軸方向に平行な偏光成分間で  $\Delta n$  だけ屈折率が異なる。ここで、上下の電極間に電圧を印加すると、電界に沿って液晶分子が立ち、電圧可変の複屈折素子として動作する。

#### 【0019】

この液晶素子 14A、14B に、液晶配向方向と 45 度傾斜した直線偏光を入射させた場合、入射直線偏光は、液晶分子長軸と平行な電界成分と垂直な電界成分で、位相差  $2\pi \Delta n \cdot d / \lambda$  ( $d$ : 液晶層の厚さ、 $\lambda$ : 波長) が生じ、偏光状態が変化し、直線偏光が楕円偏光になる。このとき、2 つの液晶素子 14A、14B はその光軸が直交配置されており、2 つの液晶素子による位相変調量をそれぞれ、 $2\pi \Delta n_1 \cdot d / \lambda$  及び  $2\pi \Delta n_2 \cdot d / \lambda$  とすると、透過光に加えられるリタデーション、すなわち直交する偏光成分間の位相差は、 $2\pi (\Delta n_1 - \Delta n_2) \cdot d / \lambda$  となる。また、楕円偏光の方位角は、入射直線偏光に平行 (もしくは直交) となっており、リタデーションが  $\lambda / 2$  以下の場合、楕円偏光の楕円軸は入射直線偏光と一致する。ここで、楕円軸と一致するよう座標軸をとれば、直交する座標軸間の電界成分の位相差は常に  $\pi$  (rad) となり、4 分の 1 波長板 15 を配置することにより、直線偏光に変換できる。このとき、液晶素子 14A、14B より受けたトータルのリタデーションに比例する角度だけ偏光面が回転し、旋光素子 13 として動作させることができる。

#### 【0020】

旋光角度の変調量に対して、光強度は図 2 の大きな正弦波のように変化する。

液晶素子を1つで構成した場合、液晶素子への変調のオフセット量により、振動中心が極小値からずれ、たとえば図2の①の範囲で変調した場合、試料の旋光度により振動中心がずれても、得られる信号は直流成分の大きさが変化するだけで、光源強度の変動、試料透過率の変動の影響と分離できず、試料の旋光度を求めることができない。従って、振動中心を極小値に一致させる必要があり、オフセット量による位相変調量が正確に $2\pi$ の整数倍である必要があり、位相変調幅が大きく、位相変調量の絶対値が精度よく再現できるなど、液晶素子への要求が高くなってしまう。

#### 【0021】

これに対して、第1の実施形態に示すように、液晶素子を2個で構成し、例えば、液晶素子14Aに印加する実効電圧を $V_0$ のオフセット量を中心に振幅 $V_b$ だけ正弦波状に変化させ、位相変調を行い、一方で液晶素子14Bにより、オフセット量 $V_0$ の位相変調を行う。これにより、旋光素子13としては、旋光角度が振幅 $V_b$ に対応して僅かに正弦波状に振動駆動させることができる。試料が無い状態で、偏光子12A、12Bの透過軸の向きを直交配置し、変調範囲の中心値を信号の極小値に一致させると、液晶素子の変調周波数を $f$ とするとき、図2に示した②の範囲で変調することができ、周波数 $2f$ の信号が得られる。ここで、試料を挿入し、試料による旋光が生じると、変調範囲の中心値が極値から僅かにずれ、信号波形の形状が変化し、この信号をA/D変換し、演算装置18に取り込み、試料の旋光度を求めることができる。代表的な演算方法として、周波数 $2f$ で同期検波し、信号の振幅から試料の旋光度を求める方法がある。

#### 【0022】

このとき、外界の温度変化、気圧変化等により液晶素子14Aの変調量が、 $\Delta P$ だけ増えたとすると、液晶素子14Bの変調量も $\Delta P$ だけ増え、液晶配向方向が直交していることから、変調量の変動は互いにキャンセルする方向に働く。また、オフセット量のキャンセルにより、液晶素子による変調量が最小となり、液晶素子以外の光学部品の光軸の配置が容易に決定できる。

#### 【0023】

(第2の実施形態)

図3は、第2の実施形態の構成図を示している。光源11から出射した光束は、偏光子12Aにより直線偏光になる。次に、液晶素子14A、14Bが配置されており、ホモジニアス型の液晶素子を用いている。液晶素子14A、14Bの液晶分子配向方向は、互いに直交しており、入射する直線偏光の偏光軸と±45度の角度を持っており、液晶素子に電圧を印加することにより、直交する偏光成分間で位相差を与える位相変調素子として動作させることができる。

#### 【0024】

これにより、入射した直線偏光は、楕円偏光に変換され、位相変調量を大きくするにつれ、楕円率が小さくなり、位相差が $\pi/2$ のときに円偏光となり、さらに変調量を大きくすると、入射した直線偏光と直交している楕円偏光となり、位相差が $\pi$ のときに、再び直線偏光となる。従って、入射直線偏光に平行な透過軸を持った偏光子を介して光強度を観察すると、位相差 $2\pi$  (rad)毎に明暗を繰り返す、正弦波状の信号が得られる。

#### 【0025】

次に、4分の1波長板15Aを透過し、試料16に入射する。液晶素子14A、14Bで変調された直交する2つの偏光成分は、4分の1波長板15Aにより、それぞれ右回りと左回りの円偏光に変換される。旋光は右回りと左回りの円偏光間の屈折率差によって生じるので、それぞれの円偏光は試料の旋光度に見合った位相変調を受け、旋光角が $\theta$  (rad)の場合、2つの偏光成分間には $2\theta$  (rad)の位相差が生じる。

#### 【0026】

さらに、4分の1波長板15Bを透過し、試料により位相変調を受けた右回り円偏光と左回り円偏光を直交する直線偏光成分に変換し、これら2つの直線偏光の偏光方向に45度傾斜した偏光子12Bを透過させることにより、位相変調量を光強度に変換し、フォトダイオード17Aで電気信号として取り出している。

#### 【0027】

このように第2の実施形態においても、第1の実施形態と同様の信号が得られ、得られた信号から試料の旋光度を求めることができる。このとき、変調素子として、2個の液晶素子を用いてその液晶配向方向を直交させておけば、実施形態

1と同様にオフセット量のキャンセルができ、同様の効果が得られ、測定精度の向上が可能である。

#### 【0028】

(第3の実施形態)

以下、図4を用いて第3の実施形態について説明する。これは、第2の実施形態で2個の液晶素子を使用していたのに変え、1つの液晶素子14を用い、液晶素子14に画素構造を持たせている。また、レンズ41を追加し、その焦点面にフォトダイオード17を配置している。

#### 【0029】

液晶素子14は、複数の画素からなっており、例えば、図5には4画素からなる液晶素子を示している。図5の矢印は液晶の配向方向を示しており、各画素の配向方向が直交するように構成されている。

#### 【0030】

画素毎に配向方向を変える手段としては、UV照射による手法が知られており、任意のマスクを通してUV照射を行うことにより、UV照射された部位の配向方向が回転し、照射時間により、その回転角を制御でき、90度回転させることもできる(例えば、方位角アンカリング力制御による配向パターンニング特性 2002年日本液晶学会討論会講演予稿集p.119、秋田大学電気電子工学科 山口留美子、佐藤進 参照)。

#### 【0031】

液晶素子14は、その画素の配向方向により駆動信号を変え、実施形態1の各液晶素子に印加していた信号を印加する。例えば、一方の配向方向の画素には、オフセット量 $V_o$ に正弦波状に変化する振幅 $V_b$ を重畳した信号を加え、他方の配向方向の画素には、オフセット量 $V_o$ の信号を印加すればよい。液晶素子14を透過した光束は、レンズ41により集光する。レンズによる集光が無い場合、各画素毎にその変調信号に見合った異なる信号が得られるが、レンズにより集光することにより、焦点面に配置したフォトダイオード17上で干渉し、液晶素子14A、14Bを光線進行方向に直列に配置していたときと同様の信号が得られる。

#### 【0032】

レンズにより集光する代わりに液晶素子 14 の画素構造を微細にし、画素の回折により直交する配向方向を持った画素間の光束が干渉するように構成すれば、同様の効果が得られる。

#### 【0033】

##### 【発明の効果】

本発明によれば、試料の旋光度を低消費電駆動可能で小型の液晶素子を変調素子として用いて、高精度に測定することができる。

#### 【0034】

また、液晶素子の変調特性が安定している駆動電圧範囲を利用し、微小な変調幅の変調ができ、高精度な測定ができる。さらに、液晶素子の変調範囲、変調量の絶対値への要求を緩和でき、これにより液晶素子の設計を容易にし、製造精度を緩和できる。

#### 【0035】

さらに、液晶素子の外部環境による変動をキャンセルでき、測定結果を安定化でき、測定精度の向上が図れる。

##### 【図面の簡単な説明】

#### 【図 1】

本発明の第 1 の実施形態を説明する旋光度測定装置の構成図である。

#### 【図 2】

本発明の旋光度測定装置から得られる信号を説明する図である。

#### 【図 3】

本発明の第 2 の実施形態を説明する旋光度測定装置の構成図である。

#### 【図 4】

本発明の第 3 の実施形態を説明する旋光度測定装置の構成図である。

#### 【図 5】

本発明の第 3 の実施形態に用いる液晶素子を説明する図である。

#### 【図 6】

本発明に用いる液晶素子の変調特性を示す図である。

#### 【図 7】

従来の旋光度測定装置を示す構成図である。

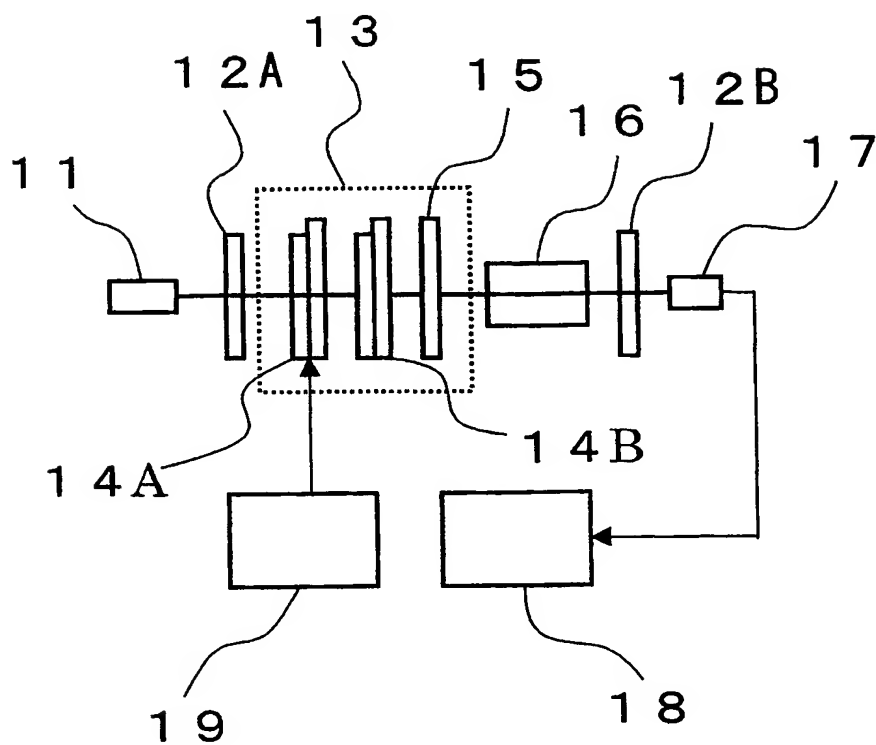
【符号の説明】

- 11 光源
- 12A、12B 偏光子
- 14A、14B 液晶素子
- 15A、15B 4分の1波長板
- 17 フォトダイオード
- 18 演算装置

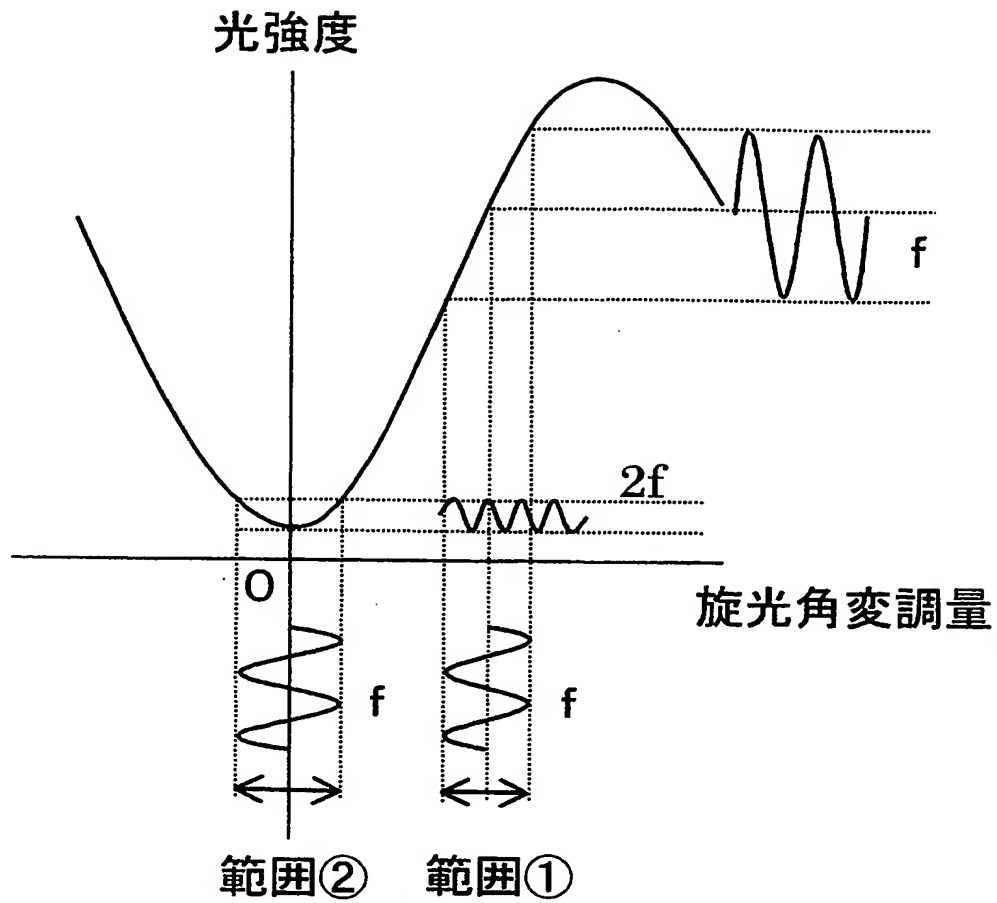
【書類名】

図面

【図 1】

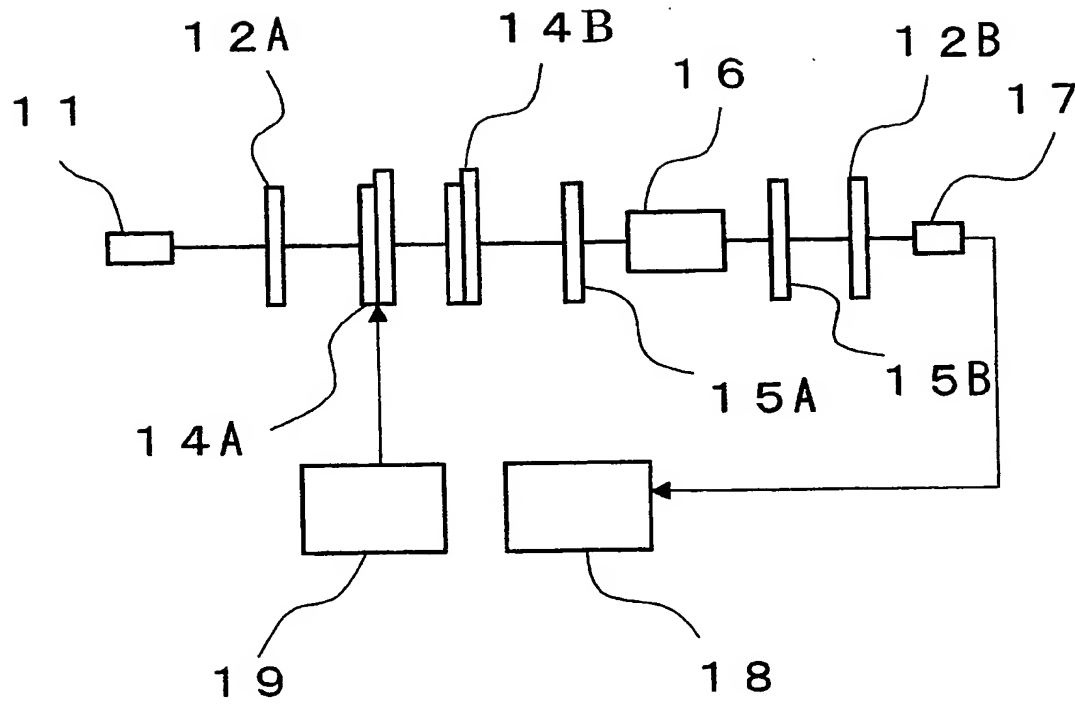


【図 2】

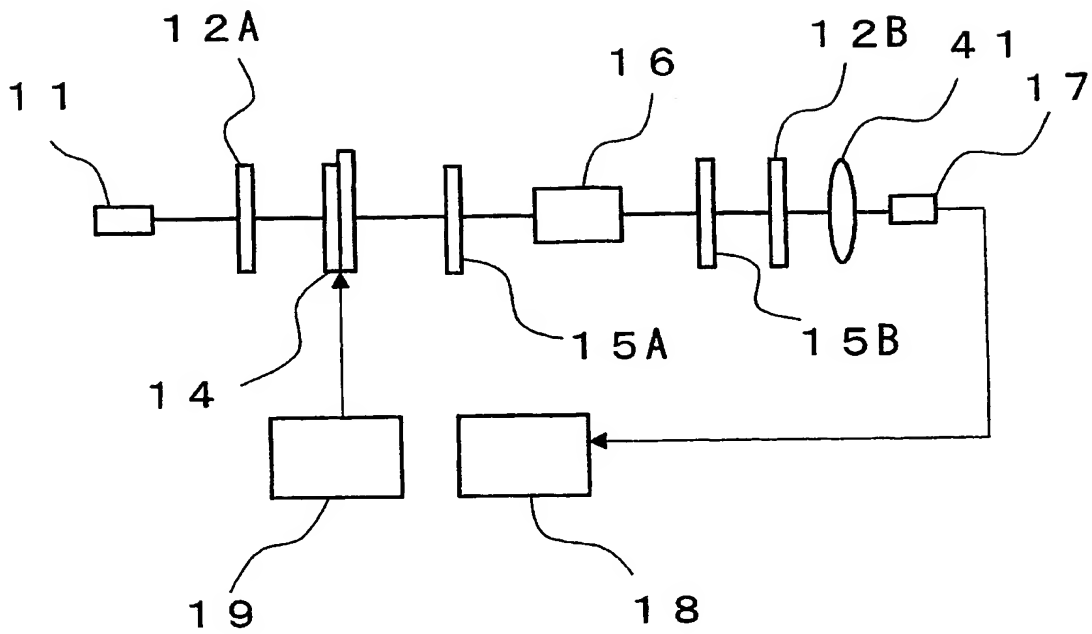




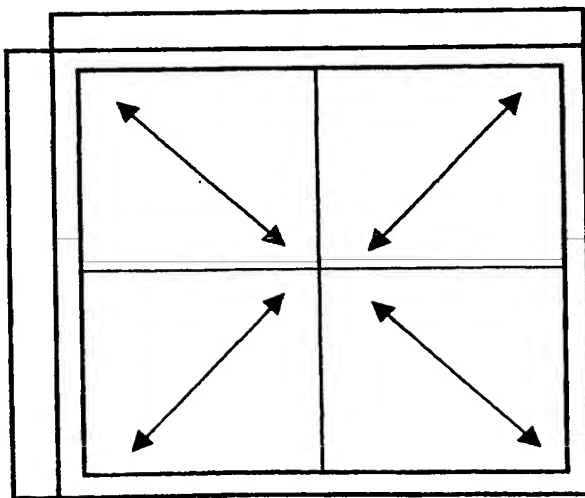
【図 3】



【図 4】



【図 5】

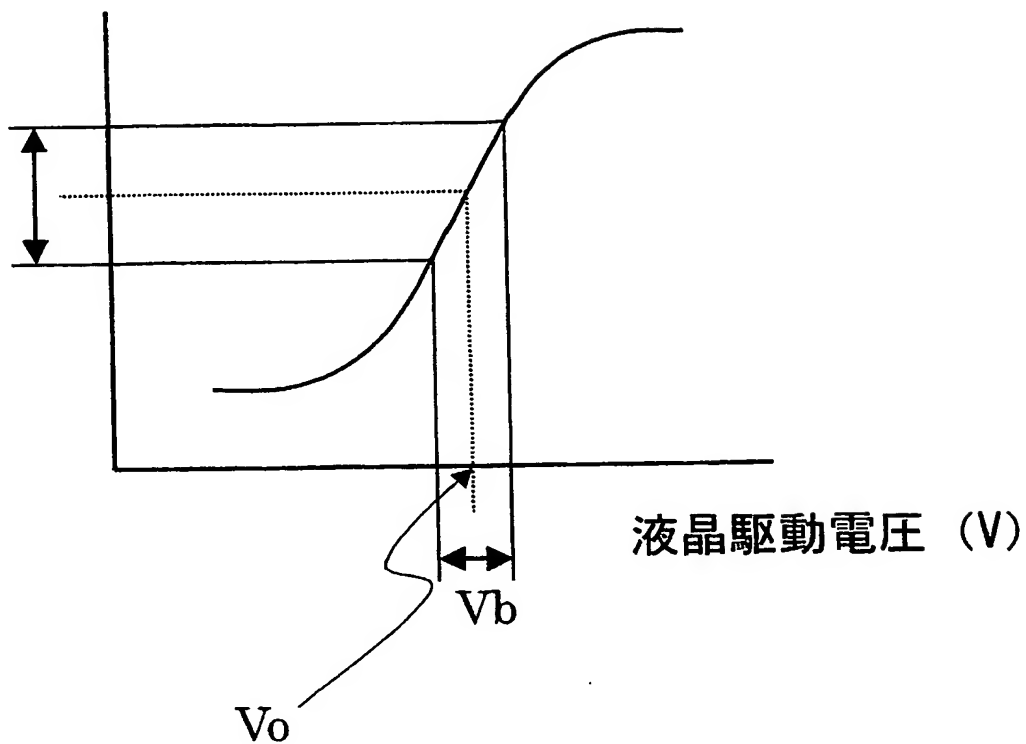


~ 14

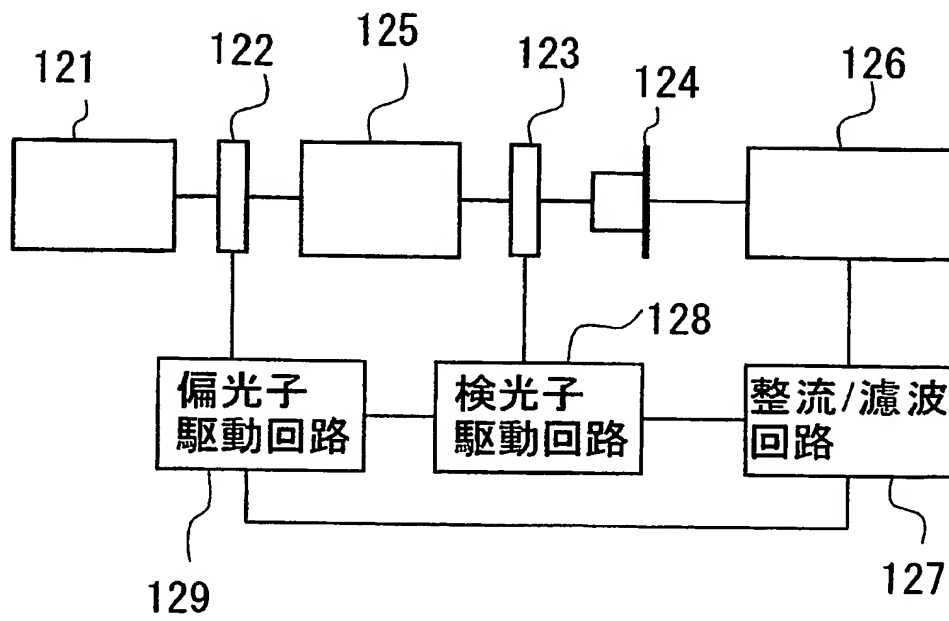
【図 6】

# 液晶変調特性

位相変調量



【図 7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 従来は、温度や圧力等の外部環境により変調素子の特性が変動し、これにより測定不安定性を引き起こし、測定精度の低下をもたらしていた。また、測定精度を高めるためには、ペルチェ素子等による温度コントロールを必要とし、装置の大型化、コストアップをもたらしている。

【解決手段】 光源と、前記光源からの光束を変調する旋光素子と、試料を透過した光束の特定の偏光成分を取り出す偏光子と、前記偏光子を透過した光束の光強度を電気信号に変換する光電変換素子を備え、前記旋光素子が2つの液晶素子と4分の1波長板からなり、前記液晶素子の液晶配向方向が互いに直交するように配置したことを特徴とする旋光度測定装置である。

【選択図】 図1

特願 2 0 0 3 - 0 8 9 5 9 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 1 9 6 0 ]

1. 変更年月日

2 0 0 1 年 3 月 1 日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都西東京市田無町六丁目 1 番 1 2 号

氏 名

シチズン時計株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**